



Instituto Politécnico, Nova Friburgo  
August 30<sup>th</sup> - September 3<sup>rd</sup>, 2004

Paper CRE04 – PF17

## Usinabilidade do Ferro Fundido Cinzento com Inclusões de MnS

Adriana Ana Pereira<sup>1</sup> and Lourival Boehs<sup>2</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC

Engenharia Mecânica, GRUCON, Caixa Postal 476, 88010-970, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil

<sup>1</sup>adriana@grucon.ufsc.br, <sup>2</sup>lb@grucon.ufsc.br

Material amplamente empregado no setor automobilístico, o Ferro Fundido Cinzento é uma liga ternária composta por ferro, carbono e silício como elementos de ligas fundamentais, apresentando na sua microestrutura carbono livre na forma de lamelas denominada grafita, podendo ainda apresentar carbono combinado com ferro denominado carboneto de ferro.

As lamelas de grafita presentes no material tornam o Ferro Fundido Cinzento um material de excelente usinabilidade. No plano de cisalhamento, a grafita atua como região para iniciação e propagação de trinca, tornando o cavaco mais quebradiço. Quando na interface cavaco-ferramenta, a grafita atua como lubrificante reduzindo o desgaste na ferramenta. No entanto, dependendo da forma, tipo e tamanho da grafita, diferentes resultados de usinabilidade são esperados.

Outro fator que contribui para a excelente usinabilidade do Ferro Fundido Cinzento é o seu processo de fabricação em fornos cubilô, cuja energia para as reações de fusão provem do coque. Para que o enxofre presente no coque não combine com o ferro formando sulfeto de ferro de baixo ponto de fusão, manganês é adicionado numa relação estequiométrica de 1,7% do peso percentual de enxofre, resultando em sulfetos mais estáveis.

O sulfeto de manganês durante a usinagem atua na interface cavaco-ferramenta formando um filme de sulfeto de manganês, indicado em muitos trabalhos [1,2] como o responsável pela redução no desgaste por difusão e abrasão na ferramenta.

Devido a importância do Ferro Fundido Cinzento para o setor automobilístico, e do coque para a região carbonífera catarinense, visto que o coque dessa região possui alto teor de enxofre, este trabalho tem como objetivo analisar a influência do teor de enxofre na usinabilidade do Ferro Fundido Cinzento e o papel das inclusões de MnS na interface cavaco-ferramenta.

Os corpos de prova fornecidos pela empresa Tupy Fundições foram previamente preparados através da remoção de uma fina camada externa e usinados pelo processo de torneamento externo longitudinal num torno convencional, com ferramentas de metal duro SNMG120408 sem cobertura. Como critério de avaliação da usinabilidade foi utilizado o desgaste de flanco medido com microscópio de ferramentaria. Todos os ensaios foram repetidos 3 vezes em corpos de prova diferentes.

Para a melhor compreensão dos resultados no gráfico 1, é apresentado ao lado imagens de composição da ferramenta de corte. Observar-se pouco material aderido a ferramenta devido ao efeito lubrificante do MnS e da grafita, que nas imagens aparece com a coloração preta.

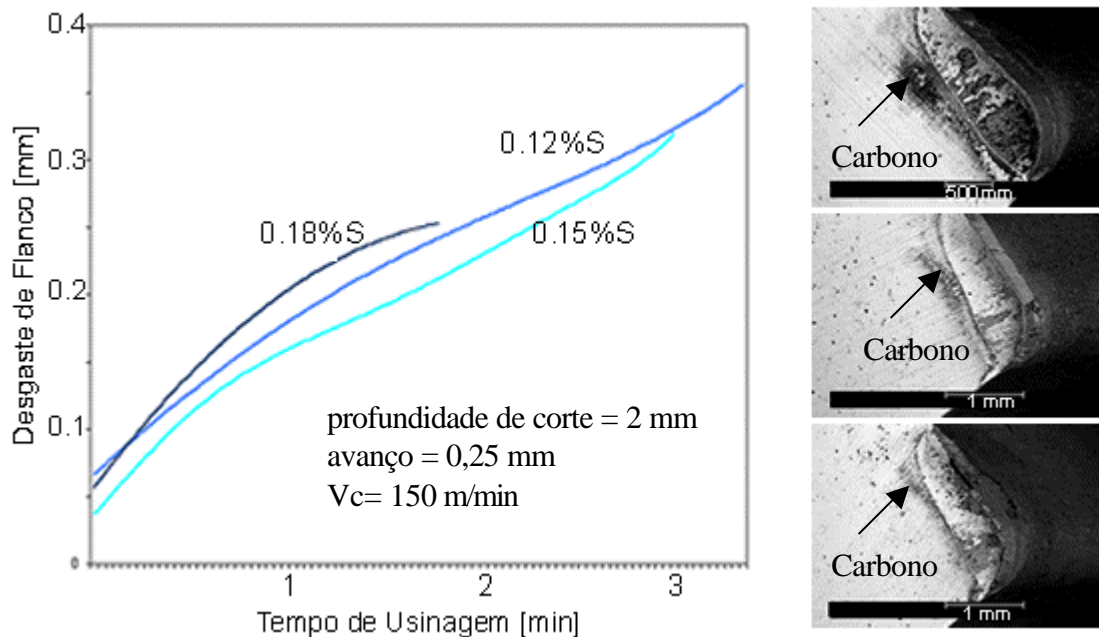
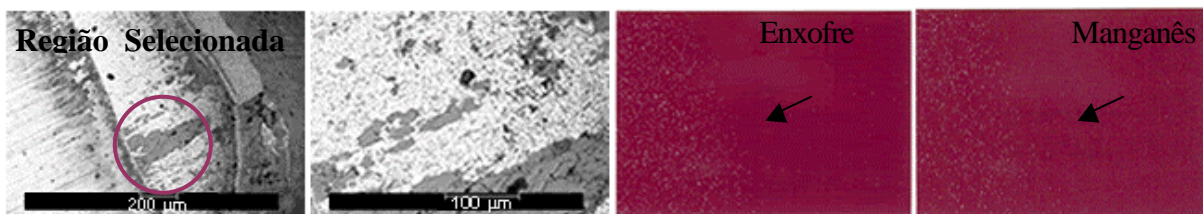


Gráfico 1- Curva de Vida das Ferramentas

Apesar do aumento de enxofre resultar numa maior resistência e dureza do material, este efeito não é percebido na ferramenta pela inibição dos desgastes por difusão e abrasão devido a formação dos filmes lubrificantes na interface.

A figura 1 apresenta as regiões contendo S e Mn em uma ferramenta que usinou uma peça com 0.15% S. O Enxofre e o Manganês encontram-se nos mesmos locais indicando a formação de MnS. Sua localização no final do desgaste de cratera é explicada pela forma convencional como a ferramenta é parada. Para a visualização de um filme de MnS sobre a ferramenta, deveria-se utilizar o Quick-Stop.

Figura 1 – Localização do Enxofre e do Manganês na Face da Ferramenta



A presença de um filme de MnS na interface cavaco-ferramenta reduz o desgaste por difusão e abrasão, por este motivo não é possível observar uma grande diferença nas curvas de vida das ferramentas para materiais com diferentes teores de enxofre.

#### Referência:

- [1] B. Mills. **On the formation mechanism of adherent layer on a cutting tool.** Wear 198 (1996) 192-196.
- [2] Fenglian Sun; Zhenjia Li; Daming Jiang; Bo Chen. **Adhering wear mechanism of cemented carbide cutter in the intervallic cutting of stainless steel.** Wear 214 (1998) 79-82.